

‘맛경채’의 포장방법과 저장온도에 따른 선도 비교

이관호 · 장석우¹ · 박수형¹ · 안율균 · 이정수^{1*}

한국농수산대학교

¹국립원예특작과학원

Freshness Comparison of ‘Mats-Kyeong-chaе’ in Accordance with Packaging Treatments and Storage Temperatures

KwanHo Lee, Suk-Woo Jang¹, Suhyoung Park¹, Yul Kyun Ahn, and Jung-Soo Lee^{1*}

Korea National College of Agriculture and Fisheries, Wanju 54874, Korea

¹National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

Abstract ‘Mats-kyeong-chaе (*Brassica lee* ssp. *namai* cv. Tongssamchoo)’, a new type of sweet Korean cabbage for fresh wrapping and soup cooking, was released by the Korea National College of Agriculture and Fisheries. The shelf-life and quality changes of this new cultivar was evaluated by packaging with PP (polypropylene) film bag and storing at three temperatures (5°C, 15°C, and 25°C). As control, the cabbage was packaged in a corrugated paper box and stored at 25°C. At the storage temperature of 5°C, the degree of freshness, weight loss, hue angle and SPAD on cabbage packaged with PP film bag maintained its good quality and exhibited a longer period of marketable life compared to the samples stored in other treatments. Results showed that the use of PP film packaging and storing at 5°C could be the optimum condition for commercial storage of ‘Mats-kyeong-chaе’. Further investigation on other quality parameters according to different packaging methods would be useful in maintaining the quality of ‘Mats-kyeong-chaе’ at postharvest stages.

Keywords Leaf vegetable, Packaging, Storage temperature

서 론

품목 개발과 함께 새로운 원예 작물에 대해 수확 후 특성 검정이 필요하다. ‘맛경채’는 배추와 양배추의 중간 집종을 통해 육성한 ‘통쌈추(*Brassica lee* ssp. *namai* cv. Tongssamchoo)’를 출원한 상표 명칭(특허청 출원 제 40-2018-000 6175호)¹⁾으로, 이용은 쌈 또는 국거리용 등으로 가능하다. 신품목으로 육성된 ‘맛경채’는 생육 특징이 고찰되었지만(특허청 출원 제 10-1548712호)²⁾, 수확 후 저장 특성이나 방법에 대해서 연구된 바가 없다. 그러므로 소비 확대를 위해서 선도유지를 위한 수확 후 관리 방법에 대해 연구가 필요하다.

원예산물은 수확 후 품질이 저장온도, 상대습도, 포장 종류 및 방법과 같이 다양한 요인에 의해 지속적으로 영향을 받는다³⁾. 또한 원예산물에 있어서 포장 방법에 따라 선도가 달라진다고 하였으며⁴⁾, 많은 연구 결과가 수확 후 저장 온도에 따라 저장성이 결정된다고 보고하였다^{3,5,6)}. 따라서 새로운 채소인 ‘맛경채’의 수확 후 관리에 대해 기본적으로 포장과 함께 온도에 의한 저장 시 변화 특성을 검토해보고자 하였다.

국내 유통 현장에서는 다양한 포장 방법과 수확 후 관리가 체계적인 검증 없이 유통 주체의 편의에 따라 사용되고 있다⁴⁾. 색다른 작물에 대해 유통업체에 의한 비교 연구 없이 주관적인 경험이나 직관에 의한 수확 후 관리보다는, 실험을 통한 데이터와 정보의 제공으로 향후 ‘맛경채’가 효과적으로 농산물 시장에 안착을 위한 자료를 제공할 필요가 있다. 본 연구에서는 ‘맛경채’가 다른 엽채류와 같이 관행적으로 상온에서 유통되고 있어, ‘맛경채’를 소포장해서 온도 조건에 따라 저장성에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

*Corresponding Author : Jung-Soo Lee
National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea
Tel : +82-63-238-6511, Fax : +82-63-221-4540
E-mail : ljs808@rda.go.kr

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 이용된 ‘맛경채’는 한국농수산대에서 분양 받은 종자를 경기도 안성지역 농가가 2018년 4월 20일에 파종하여, 20일간 육묘 후에 5월 10일에 정식 후에 단동형 비닐하우스에서 재배한 것을 2018년 6월 12일에 수확하여, 상온에서 3시간 이송 후 국립원예특작과학원에서 실험에 이용하였다.

2. 포장 방법과 저장 온도

‘맛경채’는 다른 엽채류와 같이⁷⁾ 농가에서 상온으로 골판지 종이 박스에 담겨 출하되고 있다. 본 실험에서도 관행적인 골판지 종이 박스 포장(423×254×230 mm, 용량: 4 kg용)과 함께, 엽채류에서 보편적으로 많이 이용되고 있는 유공(Φ 5 mm×8개)의 PP(polypropylene) 필름 파우치(대롱포장, 두께 0.03 mm, 가로 20 cm, 세로 45 cm)를 사용하였다. 저장온도는 실제 유통 현황을 고려하여, 골판지 종이 박스는 상온인 25°C에 저장하였으며, PP 필름 포장은 상온 이외에도 저온인 5°C와 15°C에서 각각 저장하였다.

3. 선도 및 외관의 변화

외관에 의한 선도변화로 품위와 상품성 변이는 Jeong 등⁸⁾의 방법을 참고로 하여, 훈련된 4명의 평가원들이 ‘맛경채’의 색, 형태 변화, 신선도 등을 상등급에서 하등급까지 5단계로 두어 4일 간격으로 조사(선도 기준: 4=매우 신선, 수확시와 유사; 3=선도 다소 저하, 광택 비슷, 시장판매 가능; 2=선도 저하, 변색, 시장성 상실; 1=연화 시작, 짓무름 및 부패시작; 0=식용불가)와 함께 촬영하였으며 점수 2를 상품성의 한계로 간주하였다.

4. 생체중량 변화

입고시 초기 중량과 4일 간격으로 측정된 중량의 차이를 조사하여 중량 감소 정도를 백분율로 나타냈다.

5. SPAD값(Chlorophyll meter)측정

SPAD값(soil & plant analyzer development)은 녹색 정도(greenness)에 따른 chlorophyll 함량변화를 측정하여 표시한 것으로 엽록소계(SPAD-502, Konica Minolta, Osaka, Japan)의 측정 원리는 적색광과 infrared LED 광을 쬐어 이에 반사와 투과 정도로서 잎의 엽록소 함량을 추정하는 것으로 동일한 잎을 비파괴적이고 또한 경시적으로 측정할 수 있다⁹⁾. 본 실험에서는 엽록소계를 이용하여 동일한 잎을 4일 간격으로 측정하여 함량 변화 정도를 조사하였다.

6. 색상(Hue angle) 측정

색차계를 이용하여 색상변화를 측정하였다. 색상은 Hunter Lab¹⁰⁾의 보고를 참고하여 ‘맛경채’의 표면색상은 색차계(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였으며 시료의 앞부위를 hunter 색차계 L*, a* 및 b*값을 측정하여, 색 변화는 a* < 0, b* > 0일 때, Hue angle(°) = 180 + Arctan(b/a) 식으로 변환하여 나타내었다¹¹⁾.

7. 수분함량 측정

‘맛경채’의 배추의 엽신에서 중앙 기부의 굵은 잎맥 부위인 중륵을 4일 간격으로 75°C 건조법에 의해 생체중과 건물중을 측정하여 수분함량을 조사하였다¹²⁾.

8. 경도 측정

경도는 중륵 부위에 물성측정기(Texture analyzer TA_{plus}, SMS, Goldalming, UK)의 직경 5 mm plunger를 이용하여 탐침법(probing)으로 측정하였다.

9. 가용성고형분(Soluble solids content)

잎 전체를 채취한 후 착즙하여 디지털당도계(PAL-1, Atago Co. LTD, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

10. 호흡률

호흡률은 Lee 등¹³⁾이 방법을 참고로 하여 CO₂(호흡률)는 시료를 ‘맛경채’ 포기별로 3.4 L의 밀폐용기(Straight-side-wide-mouth jar, Nalgene, NY, USA)에서 1시간 동안 밀폐한 후 가스를 포집하여 GC (HP Agilent, 789013, Palo Alto, USA)로 측정하였다. 분석조건으로 column (HP-5, Agilent Technol.), 온도는 80°C, 이동상은 He를 5 mL/min 유량으로 사용하였으며 검출기는 thermal conductivity detector (TCD)로써 검출온도는 250°C였다.

11. 통계

통계처리는 SAS(Version 9.2, SAS Inc., Cary USA) 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석을 수행하였으며 평균간의 유의차 검증은 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의수준 $p < 0.05$ 에서 분석하였다. Figure의 측정치는 5반복으로 평균(mean) ± 표준편차(standard deviation, SD)로 표시하였다. Figure의 유의성 검정은 Chandra 등¹⁴⁾ 보고를 참고로 하여 저장 기간과 온도 및 포장 차이에 따른 변인들 간의 관계나 영향을 보다 효과적으로 검증하고자 대문자는 동일 저장 시점에서 저장 온도를 독립적인 요인으로 보고 포장 차이를 종속 변인으로 판단하였으며, 소문자는 설정된 저장 온도에 따라 저장 기간에 따른 수치 변화를 다른 온도와 상호 배타적으로 구별하여 차이를 판단하고자 하였다.

결과 및 고찰

1. 선도 및 외관의 변화

‘맛경채’외관 변화는 저장 중 온도가 높을수록 변화폭이 커져 저장 기간이 짧아졌다. Fig. 1과 2에서는 ‘맛경채’의 포장과 저장온도를 달리 했을 때 외관 변화와 상품성 차이는 저장 초기부터 포장에 따라 차이를 보였으며, 저장 기간이 경과할수록 온도의 영향은 커졌다.

Fig. 1에서 ‘맛경채’의 상품성 차이를 저장일자별 포장과 저장온도에 따라, 온도별로 저장기간이 경과함에 따라 차이를 비교하였다. 저장일자별 처리간 차이를 보면, 저장 4일째에 25°C에서 포장 방법에 따라 차이를 나타내어 골판지 종이 박스의 지수가 3.0으로 유공PP 필름의 3.5와 유의 차이를 보였다. 그러나 PP 필름에서는 저장온도가 달라도 차이를 나타내지 못하였다. 저장 8일째에 저장온도에 따른 유의 차를 보이기 시작하여 5°C에서 PP 필름 포장은 3.8로 가장 지수가 높았으며, 15°C는 2.5로 신선 상품으로 유통이 어려워 보였고, 25°C에서 저장은 상품성을 상실하여 포장에 따른 차이를 논하기 어려웠다. 저장 12일째에 온도에 따른 차이는 5°C만이 지수가 3.8로 상품성을 유지하였으나, 15°C는 외관의 변화가 상품성을 논하기 어려웠다. 저장 16일째 5°C만이 지수가 3.0으로 신선품으로써 상품성을 유지하였으나, 20일 이후에는 지수가 3.0 미만으로 신선 채소로서 상품적 가치를 상실하였다.

저장온도별 저장기간의 차이는 PP 필름 포장의 5°C 저장

은 12일까지 지수가 3.8로 저장초기와 같은 지수를 보였으나, 16일째에는 3.0으로 최소한의 가치를 가졌다. 5°C는 저장 20일째에 상품 지수가 2.8로 시장에 유통이 생체로 이용하기에는 품위가 떨어지지만 국거리 용으로는 가능할 것으로 보인다. 15°C에서 4일째는 3.8로 저장초기와 유사한 지수를 보였으나 8일째에 2.5로 저장기간에 따라 차이를 보였다. 25°C에서는 포장방법에 따른 여부와 관계없이 4일째에 지수가 3.0~3.5로 신선 채소로서의 가치는 가졌으나 저장초기와는 유의차이를 보였다.

Fig. 2에서 외관 변화를 보면, 저장 4일째 25°C에서 골판지 박스 포장은 잎이 황색으로 변하고 줄기 끝이 갈변이 나타났으며, 유공 PP 필름 포장은 잎이 황변이 발생되기 시작하였다. 저장 8일째에 25°C 골판지 박스내의 ‘맛경채’는 잎이 마르고 황색으로 변화하였고, 유공 PP 필름 포장은 황변뿐만 아니라 짓물러지면서 이취가 발생되었다. 동 시기에 15°C에서는 PP 필름으로 소포장 하더라도 황변이 발생하고, 포장재 내에 물기가 생기므로 향후에는 포장 시 이에 대한 대비가 필요할 것으로 보인다. 5°C에서는 상품에 큰 변화가 없었다. 12일째 15°C에서 잎 끝에서 시작한 황변이 잎 전체로 퍼져 상품성이 저하되었으며, 이취가 발생되었다. 5°C는 잎의 색상이 서서히 변화되면서 다른 온도에서보다 상품적 가치를 가져 24일까지는 양호하였으나 28일부터는 황변이 넓게 퍼질 뿐만 아니라, 32일부터는 잎이 분리되어 떨어지는 현상이 나타났다. Fig. 2에서와 같이 저장 8일째에 25°C는 상품이 부패하고 짓물러져 다른 항목의 측정이 어려웠는

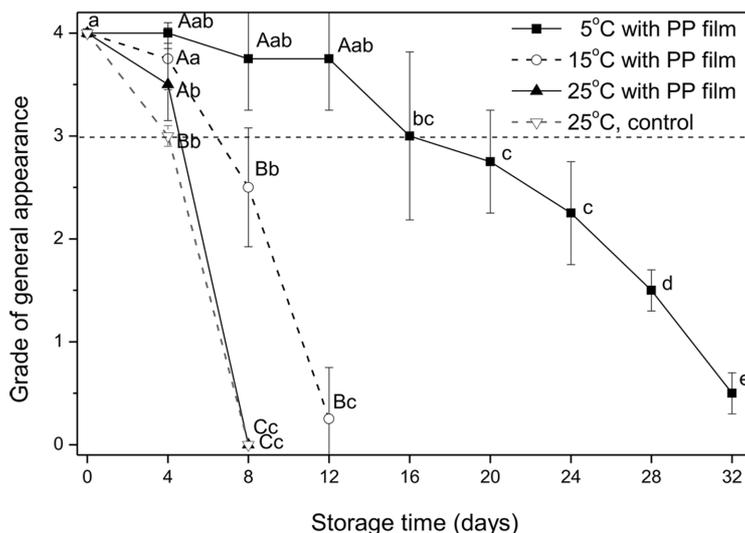


Fig. 1. Change in general appearance of ‘Mats-kyeong-chaе’ as a function of storage time by different temperature (5°C, 15°C, and 25°C) and packaging treatment. Grade from sensory evaluation table: 4 (excellent), 3 (good with marketability), 2 (fair), 1 (poor) and 0 (very poor). ^{A-C}Capital letters mean values with different superscript letters within temperatures are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p < 0.05$. ^{a-c}Small letters mean values with different superscript letters within storage times are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p < 0.05$. Data represent the mean \pm SE of five replicates.

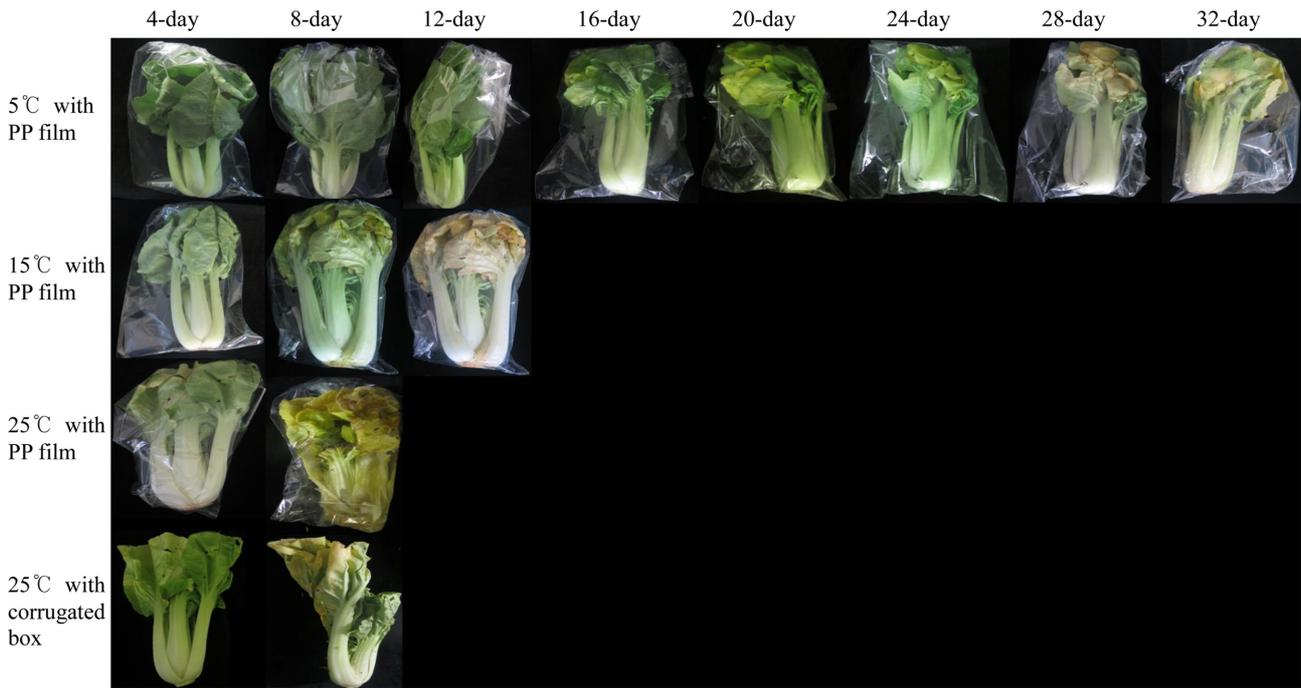


Fig. 2. Changes in the appearance of ‘Mats-kyeong-chaе’ by different temperature (5°C, 15°C, and 25°C) and packaging treatment.

데, Hong 등¹⁵⁾은 농산물 저장 선도는 경제성 있을 때만 측정 가치가 있다고 판단하고 결락을 지시하여 25°C에서는 외관적 변화만 측정하였다.

Lee 등⁴⁾은 엽채류인 상추에서 포장 방법에 따라 외관 품위나 선도 등에 차이를 보여 유통현장에서 포장재에 따라서 무공 PP 필름 밀봉포장이 좋다고 하였는데, ‘맛경채’에서도 골판지 박스 포장보다는 PP 필름으로 소포장하는 것이 효과적인 것으로 나타났다. 그러나 포장 방법에 대해서 다양한 검토가 이루어지지 못해, 향후에 최대한 다양한 방법을 시도하여 선도유지를 위한 노력이 보다 요구된다.

Lee 등¹³⁾은 선도 변화의 중요한 요인을 저장 온도로 보았는데, 본 실험에서도 ‘맛경채’의 저장 온도가 신선도를 유지하는데 중요한 요인으로 확인되었다. Lee 등³⁾은 20°C에서 상추 저장 시 높은 저장 온도는 외관이 빨리 변화되어 포장 효과를 상쇄시킨다고 하였고, Jeong 등¹⁶⁾은 포장을 하여도 대사현상이 활발하면 선도유지에 효과가 없다고 하였다. ‘맛경채’에서 5°C와 같이 낮은 저장 온도는 선도유지에 좋았는데 이는 내재된 생리적 특성이나 수분 등의 대사작용을 억제시킨 것으로 보인다. 그러나 25°C에서 저장 온도에 따른 급격한 외관 변화로 포장 여부에 따른 효과를 확인하기 어려웠다. 현재의 경매를 통한 유통 체계에서 상품성 유지를 위해서는 포장재의 개선이 효율적인데, 골판지 종이 박스보다는 필름 소재의 소포장이 효과적이며, 향후 물류 개선이 이루어질 때는 포장 방법의 개선뿐만 아니라 포장 시 선도

유지를 위해서는 5°C와 같이 저장 온도를 낮추는 것이 상품성 유지에 효율적이므로 수확 후 포장과 함께 저장·유통 시 저온 관리가 필수적으로 수반되어야 할 것으로 보인다. 본 연구에서는 무포장의 골판지 박스 저장을 상온에서만 비교하였는데, 향후 포장 효과의 비교를 위해서는 온도별로 고찰하여 차이점을 규명할 필요가 있을 것으로 판단된다.

2. 생체중량 변화

저장 중 유공 PP 필름으로 포장한 ‘맛경채’는 생체중량이 감소하는데, 저장 초기에 온도보다는 포장 차이에 따라 변화 정도가 달리 나타났다.

‘맛경채’의 생체중량은 저장 4일째 포장 방법에서는 골판지 박스에 담아 적재한 것이 차이를 보였으며 저장 온도에 따라서는 처리간 유의차이가 없었다. Fig. 3에서 ‘맛경채’ 저장일자별 포장과 저장온도의 생체중량 감소 정도는 저장 4일째에, 25°C에서 골판지 박스 포장이 8.8%이었고, 같은 25°C에서 유공 PP필름 소포장은 2.3%이었으며, 15°C는 1.1%, 5°C는 0.1%로 상온에서 포장 방법 차이에 의해서만 유의차이를 보였다. 저장 8일 이후에는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 25°C의 외관 변화는 극심한 상품성 손실로 측정을 생략시켰는데, 온도에 따라서 저장 기간이 경과될수록 유의차이가 나타날 것으로 판단된다. 그러나 명백한 결과를 유추해내고 타당한 자료를 얻기 위해서는 단순히 외관적으로 상품성이 없다고 하여 손실 또는 결측처리하는 것은 적절하지 못하다고

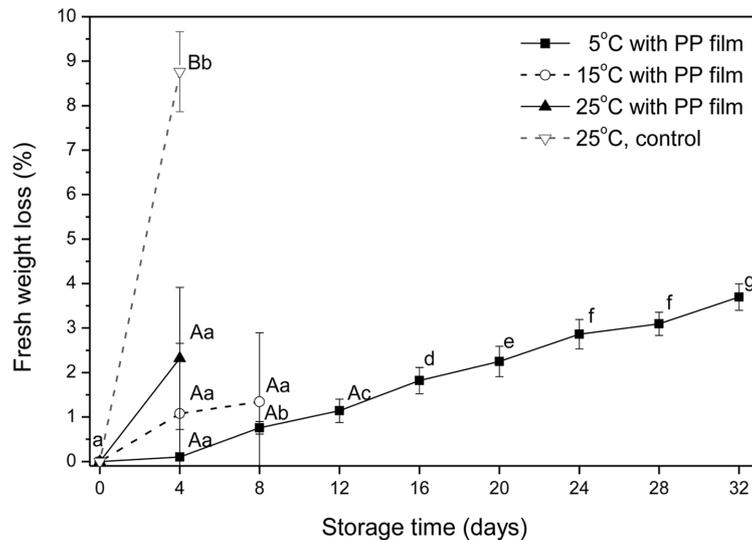


Fig. 3. Change in the fresh weight loss of ‘Mats-kyeong-chaе’ as a function of storage time by different temperature (5°C, 15°C, and 25°C) and packaging treatment. ^{A,B}Capital letters mean values with different superscript letters within temperatures are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p < 0.05$. ^{a-g}Small letters mean values with different superscript letters within storage times are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p < 0.05$. Data represent the mean \pm SE of five replicates.

생각된다. 이는 상품성 가치 상실 이후에도 정량적인 값의 측정을 통해 영향을 받은 조건과 변화되는 요인들을 조사하여야 향후에 적절한 수확 후 관리 대책을 만들어낼 수 있을 것으로 보기 때문이다. ‘맛경채’ 생체중량의 온도에 따른 경시적 변화를 보면, 5°C에서 저장 8일째부터 저장 기간에 따라 저장 입고 시와 유의차이를 보였으며 저장이 지속되는 동안 중량감소율 차이가 커졌다. 15°C는 생체중량에 따른 영향이 5°C보다 컸음에도 불구하고 개체 간의 차이로 인해서 차이를 보이지 않았다.

대부분 채소의 수분 함량이 90~95% 이상인데^{17,18}, 엽채류와 같은 채소는 Lee 등³과 Bark 등¹⁸의 보고와 같이 호흡과 증산작용에 의한 수분증발로써, 5~10% 정도 감소하여도 상품성이 없는 것으로 알려졌다¹⁹. Jung 등²⁰은 과채류 저장 시 필름 포장으로 수분 증발이 억제되어 저장력이 향상된다고 하였는데, ‘맛경채’에서도 유공 PP필름 포장한 것이 생체중량 감소 정도를 줄여주고 저온에 저장함으로써 감소폭이 낮아졌다. Lee 등³은 상추에서 포장을 하고 저장 온도를 낮추면 증산이 억제되고 중량 감소폭이 낮아져 저장성이 향상된다고 하였는데, ‘맛경채’도 이와 같은 효과를 보였다. 따라서 ‘맛경채’의 개별적인 유공 PP 필름 포장으로 저장하는 것이 생체중량 감소를 억제하는데 매우 효과적이며 저온 저장을 통해 부가적인 선도유지 효과를 나타내었다.

3. SPAD 및 색상 변화

포장과 저장 온도에 따른 ‘맛경채’의 색소 변화와 이에 따

른 색상 차이를 Fig. 4와 5에 나타내었다. ‘맛경채’는 SPAD와 Hue angle의 측정치가 저장 초기 25°C에서 포장 방법에 따라 차이를 보였으며 저장 기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 엽채류에서 주색소인 엽록소는 신선함을 나타내는 지표로 이용되는데 이를 SPAD값을 통해 확인할 수 있다⁷. ‘맛경채’는 SPAD값이 포장과 저장 온도에 따라 달리 감소하는데, 0일의 측정치 41.9가 4일째의 25°C에서는 포장에 따라 유공 PP 필름이 33.7, 골판지 종이박스가 29.4로 낮아졌으며, 5°C에서는 39.9로 소폭 감소하고, 15°C는 36.8이었다.

Chang 등⁷이 언급한 바와 같이 엽채류인 ‘맛경채’는 엽록소 손실에 의해 황화 현상이 진행되어 값이 감소하는 것으로 보이며, Fig. 2에서 보는 바와 같이 저장 온도가 15°C 이상으로 올라감에 따라 황화 현상으로 변화가 촉진되는 것으로 나타났다.

Fig. 5에서 Hue angle과 같은 색상 변화도 SPAD와 같이 포장 방법에 따라 차이를 보였고, 저장 온도가 높아지고 저장기간이 증가할수록 떨어지는 경향을 보였는데, 이는 Hue angle값이 낮아질수록 황화 현상으로 인해 노랗게 변색하는 것을 의미한다¹¹. 저장 4일째 Hue angle 값은 포장 여부에 따라 25°C에서 필름 포장한 것이 127.9°이며 골판지 종이박스 포장이 125.6°이었으며, 5°C에서 포장한 ‘맛경채’가 126.8°로 가장 높았고, 15°C에서 126.3°로 온도 별로 차이를 보였다. SPAD 측정과 Hue angle의 조사로 ‘맛경채’는 저장 기간 동안 엽록소 함량이 감소하고 황화 현상이 진행되는 것

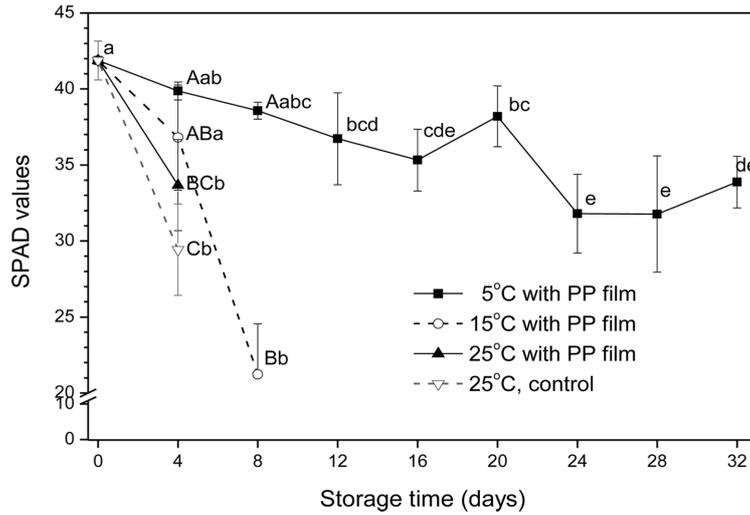


Fig. 4. Change in the SPAD value of ‘Mats-kyeong-chaе’ as a function of storage time by different temperature (5°C, 15°C, and 25°C) and packaging treatment. ^{A-C}Capital letters mean values with different superscript letters within temperatures are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p<0.05$. ^{a-c}Small letters mean values with different superscript letters within storage times are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p<0.05$. Data represent the mean±SE of five replicates.

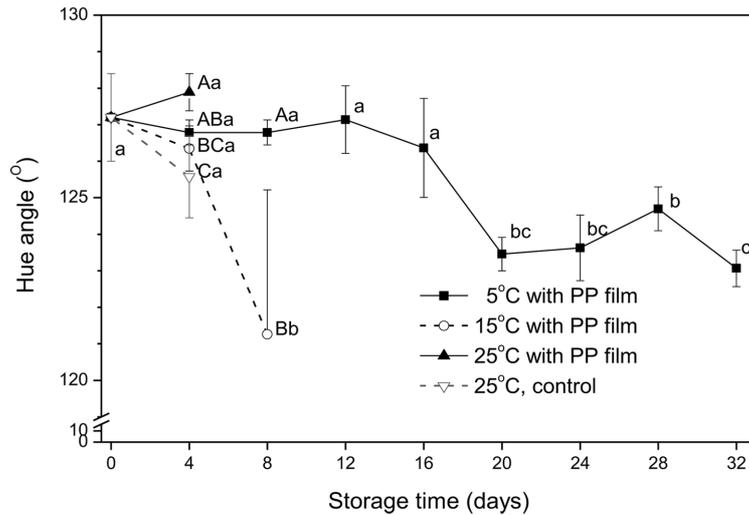


Fig. 5. Change in the hue angle of leaf vegetable ‘Mats-kyeong-chaе’ as a function of storage time by different temperature (5°C, 15°C, and 25°C) and packaging treatment. ^{A-C}Capital letters mean values with different superscript letters within temperatures are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p<0.05$. ^{a-c}Small letters mean values with different superscript letters within storage times are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p<0.05$. Data represent the mean±SE of five replicates.

을 확인할 수 있었다. ‘맛경채’의 경우 개별적으로 포장하여 저장 온도를 낮추어 저장하는 것이 색상과 색소 변화 정도가 적어졌다.

4. 수분 함량

‘맛경채’의 저장 중 온도 차이 등에 따른 수분함량 변화는 Fig. 6에 나타내었다. ‘맛경채’의 수분함량은 중략 부위를 측

정하였는데, 저장 4일째 포장 방법과 저장온도에 따라 차이를 보였다. 수분함량은 25°C에서 포장 방법에 따라 유공PP 필름 포장이 97.0%, 골판지 종이 박스 포장이 95.1%로 차이를 보였으나, 저장 온도 5°C나 15°C에서는 98.0~98.5%로 같은 유의 수준이었다.

농산물 저장 중 수분 함량 변화는 온도의 영향이 중요한데^{21,22}, 채소 작물의 수분이 90~95%로 품질에 큰 영향을

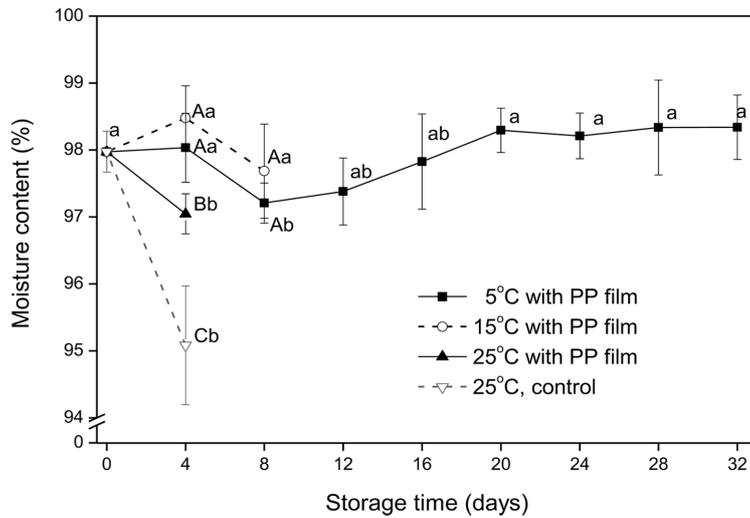


Fig. 6. Change in the moisture content of ‘Mats-kyeong-chaе’ as a function of storage time by different temperature (5°C, 15°C, and 25°C) and packaging treatment. ^{A-C}Capital letters mean values with different superscript letters within temperatures are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p < 0.05$. ^{a-c}Small letters mean values with different superscript letters within storage times are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p < 0.05$. Data represent the mean \pm SE of five replicates.

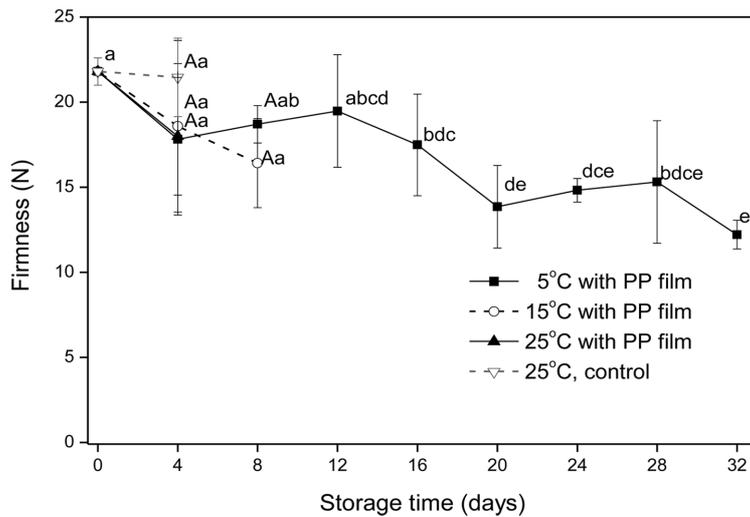


Fig. 7. Change in the moisture content of ‘Mats-kyeong-chaе’ as a function of storage time by different temperature (5°C, 15°C, and 25°C) and packaging treatment. ^{A-C}Capital letters mean values with different superscript letters within temperatures are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p < 0.05$. ^{a-c}Small letters mean values with different superscript letters within storage times are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p < 0.05$. Data represent the mean \pm SE of five replicates.

끼친다고 하였다²³⁾. 그러나 5°C의 경시적인 수분 함량 변화는 저장 기간이 증가하여도 유의 차이가 뚜렷하지 않았다. 이는 수분 측정 부위가 증류 부분으로 엽 부분보다 변화가 적은 결과로 보인다. 5°C에서 생체중량과 수분 변화의 상관 계수는 $r = -0.68$ 으로 관계가 명확하지 않았는데, Lee 등¹³⁾은 엽채류에서 수분이 감소하지만 생체중량 감소와는 개체간의 차이로 인해 직접적 연관을 맺기 어려웠다고 보고한 것과 같

은 결과로 보인다. ‘맛경채’는 초기 수분함량 유지를 위해서 5°C와 같이 저온 저장과 함께 필름에 의한 포장이 함께 수반되어야 하는 것으로 나타났다.

5. 경도 변화

‘맛경채’ 저장 중 증류의 경도는 Fig. 7에 나타내었다. 경도 변화는 저장 중 감소하는 것으로 나타났지만, 저장 온도

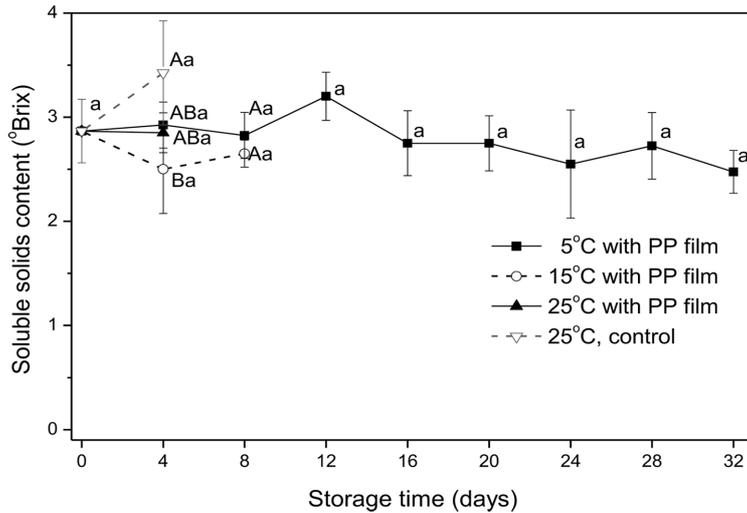


Fig. 8. Change in Soluble solids content of ‘Mats-kyeong-chaе’ as a function of storage time by different temperature (5°C, 15°C, and 25°C) and packaging treatment. ^{A-C}Capital letters mean values with different superscript letters within temperatures are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p < 0.05$. ^{a-c}Small letters mean values with different superscript letters within storage times are significantly different by Duncan’s multiple range test at $p < 0.05$. Data represent the mean \pm SE of five replicates.

나 소포장 여부에 따른 효과는 뚜렷하지 않았다. 저장 5°C에서 경시적 변화는 저장 기간이 경과함에 따라 저장 12일까지는 유사한 것으로 나타났지만 이후에 경도가 낮아져 입고시와 차이를 보였는데, 이는 Fig. 2에서와 같이 물러짐에 의한 것으로 판단된다.

Kim 등²⁴⁾은 원예작물 저장 중에 과채류에서는 세포의 결속력, cell fragility 등에 의해 경도가 감소되며 저장성이 연관되어 있다고 하였으며, Chang 등²⁵⁾ 복숭아에서 세포 벽안의 펙틴이나 헤미셀룰로스 등이 가용화되고, 연화로 인해 품질 변화와 저장 수명이 결정된다고 하였다. 엽채류인 ‘맛경채’에서도 중류의 조직 연화와 저장성에 대해서 관계가 있을 것으로 판단되어 향후에 추가적 고찰이 필요할 것으로 보인다.

6. 가용성 고형물(Soluble solids content) 변화

‘맛경채’의 가용성고형물 함량(SSC)은 입고 시기와 비교해서 감소하는 경향을 보였으나 유의차이는 없었다. Fig. 8에서 25°C 필름 포장은 다른 처리와 달리 저장 4일째에 유의 차이를 보였다. 이는 Fig. 2의 외관이나 Fig. 7의 경도 변화에서와 같이 유공 PP 필름 포장 안에서 물러짐에 의해 나타나는 영향이 아닌가 판단된다. Park과 Yoon²⁶⁾은 사과에서 저장 후 전분의 당화 현상으로 인해 당도가 증가한다고 하였으나, ‘맛경채’는 과실류가 아닌 엽채류(잎채소)로서 당분 전환에 따른 가용성 고형물 함량(SSC)의 증가 등은 보이지 않은 것으로 판단된다. 다만 5°C에서 저장 기간이 증가함에 따라 소폭 감소하는 패턴을 보였는데, 이는 가용성 고형물이

호흡으로 인해 소모되는 것으로 생각된다.

7. 호흡변화

‘맛경채’의 온도 차이에 따른 호흡이 다른 작물보다 변화 정도는 작은 것으로 나타났다. Fig. 9에서 ‘맛경채’의 호흡률은 온도가 상승하면 증가하지만 온도에 따른 변화 정도는 다른 작물에 비해 크지 않은 것으로 보인다. 온도 차이에 따른 ‘맛경채’의 호흡률은 5°C에서 21.7 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹, 15°C에서 33.0 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹, 25°C에서는 42.6 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹으로써, 온도 변화에 따른 호흡 변화가 다른 엽채류인 상추와 비교하여¹³⁾ 증가폭이 작은 것으로 나타났다.

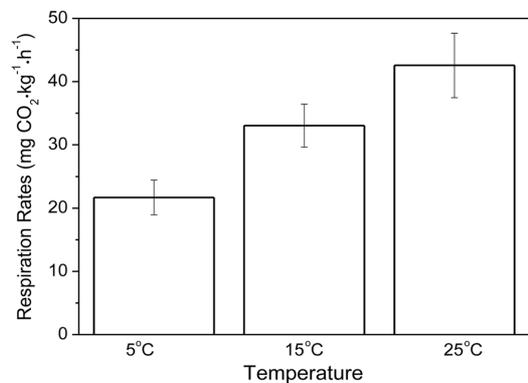


Fig. 9. Change in respiration rate of ‘Mats-kyeong-chaе’ as affected by different temperature (5°C, 15°C, and 25°C). Data represent the mean \pm SE of five replicates.

원예작물 중에 우리에게 엔다이브로 알려진 치커리(*Cichorium intybus* L.)는 온도 차이에 따라 호흡률의 변화 정도가 크지 않은 것으로 알려져 있는데²⁷⁾, ‘맛경채’의 호흡 특성도 다른 엽채류와 달리 온도에 따른 호흡 정도 변화가 크지 않은 것으로 나타났다. Bae 등²⁸⁾은 온도의 변화로 인한 호흡 차이가 증산 작용에 영향을 미쳐 수분 함량 변화와 생체중량 감소를 유발하여 상품성을 상실하게 된다고 하였는데, ‘맛경채’에서 골판지 종이 박스 포장 내 저장온도에 따른 생체중량 감소의 차이는 호흡 차이에 의해서도 영향을 미쳤을 것으로 보인다. ‘맛경채’는 온도가 올라가면 호흡이 증가할 뿐만 아니라, 생체중량 감소와 상품성 변화에도 영향을 미치는 것으로 보이는 것으로 나타났다. 따라서 선도유지를 위해서는 5°C와 같은 저온에서 호흡을 낮추어 대사 작용을 억제시켜 저장·유통해야 될 것으로 판단된다.

요 약

새로이 품목으로 육성된 ‘맛경채’의 수확 후 저장 특성을 보고자, 상온(25°C)에서 관행적으로 유통되는 골판지 종이 박스로 저장하면서 유공 PP 필름 포장과 비교하였으며 동일한 필름 소재로 5°C와 15°C로 저장하여, 저장 중의 외관변화, 생체중량 감소, 색소와 색상차, 호흡 등을 측정하였다. ‘맛경채’는 상온인 25°C에서 4일 정도까지 상품성을 유지하였는데, 상품성 지수에서 유공 PP 필름 포장이 골판지 종이 박스 포장보다 다소 높았으며, 또한 유공 PP 필름 포장하여 저장온도를 달리하면 5°C에서는 24일까지 상품성을 유지하였고, 15°C에서는 8일간이었다. 이는 SPAD와 같은 색소 함량이나 Hue angle과 같은 색상변화에서도 온도별로 같은 결과를 보여주었다. 포장 방법에 따른 차이는 상온(25°C)에서 관행적으로 저장·유통되는 골판지 종이 박스 포장과 유공 PP 필름의 소포장을 비교하였는데 외관 변화에서는 차이가 없었으나, 생체중량이나 색소 및 색상에서 차이를 보여, 필름에 의한 소포장 효과가 인정되었다. 온도에 따라서 저온 저장이 다른 온도 조건보다 선도를 더 유지할 수 있는 것은 생체중량이나 호흡과 같이 저장 온도가 낮은 5°C에서 중량 변화나 호흡이 낮아 선도 변화가 지연된 것으로 보인다. 본 실험에서 ‘맛경채’와 같은 엽채류의 품질을 유지하기 위해서는 저온 5°C와 같이 낮은 온도에서 저장·유통하는 것이 효과적이며, 또한 필름 포장에 소포장하는 것이 부가적으로 선도가 유지되는 것으로 나타나, 필름 포장과 함께 저온에서 저장·유통하여 상품성을 관리해야 될 것으로 보인다.

감사의 글

본 성과물(논문)은 농촌진흥청 국립원예특작과학원의 연구사업인 ‘엽근채소 내재해성 유전자원 구축 및 품종 육성(PJ

01264302)’의 일부 지원으로 이루어졌습니다. 통계분석을 도와주신 이혜림 님, 실험에 도움을 주신 김범재 님, 임영순 님, 이상휘 님(새빛스마트팜), 이성우 님(새빛국제특허법률사무소)과 최정호 님(이슬채영농조합)에게 감사를 드립니다.

참고문헌

- Lee, G. H. 2018. Mats-kyeong-chaе. Korean intellectual property office Patent 40-2018-0006175.
- Lee, G.H., Kang Y.G and Lee, S.H. 2015. *Brassica lee ssp. nami* cv. Tongssamchoo as a new variety plant and a method for breeding the same. Korean intellectual property office Patent 10-2015-0020470.
- Lee, J. S., Chung, D. S., Choi, J. W., Jo, M. A., Lee, Y. S., and Chun, C. H. 2006. Effects of storage temperature and packaging treatment on the quality of leaf lettuce. *Kor. J. Food Preserv.* 13: 8-12.
- Lee, J. S., Lee, H. E., Lee, Y. S., and Chun, C. H. 2008. Effect of packaging methods on the quality of leaf lettuce. *Kor. J. Food Preserv.* 15: 630-634.
- Kader, A. A. 2002. Postharvest biology and technology. An overview, In: Postharvest technology of horticultural crops, Kader, A. A. (Editor), University of California. Oakland. CA. USA. 39-47.
- Hortog, M. L. A. T. M., Jeoren, L., Nico, S., and Bart, M. M. (2007) The impact of biological variation on postharvest behavior: the case of dynamic temperature conditions. *Postharvest Bio. Technol.* 43: 183-192.
- Jang, M. S., Lee, J. S., Dulal Chandra., Choi, J. W., Park, M. H., Choi, H. J., Hong, Y. P., and Kim, J. G. 2017. Quality characteristics of Korean chiv (*Allium tuberosum* Rotter) as affected by inner film packaging methods in paper box. *Korean J. Packaging Sci. Technol.* 23: 143-150.
- Jeong, J. C., Woo, P. K., and Joon, Y. Y. (1990) Influence of packaging with high-density polyethylene film on the quality of leaf lettuce during low temperature storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 31: 219-225.
- Publishing committee for experimental method in plant nutrition. 1990. *Experimental method in nutrition.* Hakuyusha. Tokyo. Japan. 371-373.
- Hunter Lab. 2001. Hunter L, a, b, veraus CIE 1976 L*, a*, b*. Application Note 13, 1-4.
- Cho, M. A., Hong, Y. P., Choi, J. W., Won, Y. B., and Bae, D. H. 2009. Effect of packaging film and storage temperature on quality maintenance of Broccoli. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27: 128-139.
- RDA (Rual Development Administration). 2003. Manual for agriculture investigation. Suwon. Korea. [In Korean]
- Lee, J. S., Chung, D. S., Lee, J. W., Lim, B. S., Lee, Y. S., and Chun, C. H. 2007. Effects of cultivars and storage temperature on shelf-life of leaf lettuces. *Kor. J. Food Preserv.* 14: 345-350.
- Dualal Chandra, Lee, J. S., Choi, H. J., and Kim, J. G. 2017.

- Effects of packaging on shelf life and postharvest qualities of radish roots during storage at low temperature for an extended period. *J. Food Qual.* 3942071: 1-12.
15. Hong, Y. P., Chang, M. S., Kim, S. B., Lee, M. J., Lee, S. J., Kim, J. W., and Kim, J. G. 2017. Determination of optimal temperature and humidity of onion and welsh onion for short-term distribution at garak wholesale market. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 35: 55-56.
 16. Jeong, J. C., Woo, P. K., and Joon, Y. Y. 1990. Influence of packaging with high-density polyethylene film on the quality of leaf lettuce during low temperature storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 31: 219-225.
 17. Chung, H. D. 2000. Water management for improvement of quality and productivity of vegetable crops. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18: 420-436.
 18. Bark, D. E., Yoon, Y. N., Woo, Y. J., Cheung, G. H., Hwang, S. B., Park, S. H., Jeong, J. Y., Shin, Chul., Choi, D. S., Lim, J. H., Park, S. E., and Lee, J. S. 2015. Freshness comparison of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in accordance with storage and packaging method on high-temperature Period. *Korean J. Packaging Sci. Technol.* 21: 1-6.
 19. Kays, S. J. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. AVI Publishing. NY. USA.
 20. Jung, G. T., Lee, G. J., Ryu, J., Na, J. S., and Ju, I. O. 1995. Effect of packaging methods on the shelf-life of tomato. *Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products* 2: 147-154.
 21. Shin, K.H., Park, J. H., Choi, J., Han, J. S., and Lim, K. C. 2001. Effects of storage temperature and water contents on the quality in crube green tea. *J. Kor. Tea Soc.* 7: 15-25.
 22. Youn, J. T., Kwon, H. J., Hong, G. P., and Ahn, M. S. 1999. The changes of nutrient composition in the edible potato varieties during storage. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 17: 467-469.
 23. Park, K. W. 1983. Effects of fertilization irrigation and harvesting period on the quality of vegetable crops. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 24: 325-337.
 24. Kim, J. G., Choi, J. W., and Park, M. H. 2016. Effect of different days of postharvest and CO₂ concentrations on the quality of 'Seolhyang' strawberry during storage. *Kor. J. Food Preserv.* 23: 12-19.
 25. Chang, K. H., Lee, D. H., Kim, I. S., Kang, I. K., and Byun, J. K. 1999. Changes in the cell wall components during the softening in peach fruits. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40: 355-358.
 26. Park, Y. M. and Yoon, T. M. 2012. Effects of postharvest 1-MCP treatment storage method, and shelf temperature on quality changes of 'Gamhong' apple during export simulation. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 30: 725-733.
 27. Kenneth C. Gross, Chien Yi Wang, and Mikal Saltveit. 2016. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. USDA.
 28. Bae, R. N. and Chung, D. S. 2003. Chilling injury temperature and changes of quality during storage or marketing in leaf lettuce. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21: 190-193.

투고: 2018.11.06 / 심사완료: 2018.12.07 / 게재확정: 2018.12.24